

MAGNETO-OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING METHOD

Publication number: JP5101471

Publication date: 1993-04-23

Inventor: FUKUMOTO ATSUSHI; KANEKO MASAHICO

Applicant: SONY CORP

Classification:

- International: G11B11/10; G11B11/105; G11B11/00; (IPC1-7): G11B11/10

- European:

Application number: JP19910260638 19911008

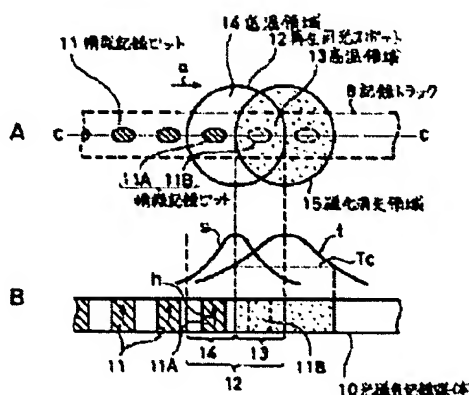
Priority number(s): JP19910260638 19911008

Report a data error here

Abstract of JP5101471

PURPOSE: To provide a recording and reproducing method which performs a one shot reproduction, automatically erases the recording right after a reproduction, has a simple magnetic layer constitution of the magneto-optical recording medium and reproduces images with a ultra high resolution.

CONSTITUTION: During a recording, information recording pits 11, which include spacial frequency components that are more than the cutoff spacial frequency, are recorded against a magneto-optical recording medium 10. During a reproduction, a reproduction light power is selected so as to form a high temperature region 13 within a reproduction light spot 12 which erases information recording pits 11 and only the information recording pits 11 in the low temperature region 14, that excludes the high temperature 13 within the reproduction light spot 12, are reproduced by a magneto-optical effect.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-101471

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 4 月 23 日

(51) Int.Cl.⁵
G 1 1 B 11/10

識別記号 庁内整理番号
Z 9075-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-260638

(22) 出願日 平成 3 年 (1991) 10 月 8 日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 福本 敦

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 金子 正彦

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

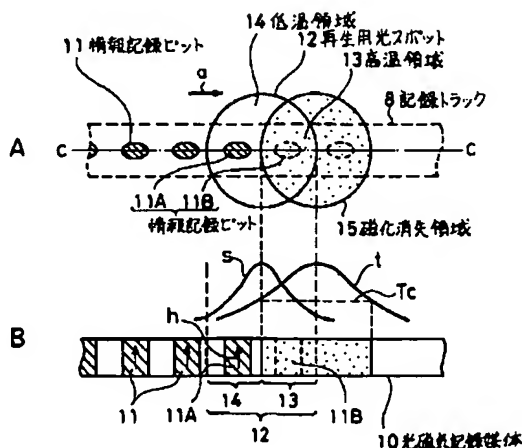
(74) 代理人 弁理士 松隈 秀盛

(54) 【発明の名称】 光磁気記録再生方法

(57) 【要約】

【目的】 1 回のみの再生を行い、再生直後に自動的に記録消去が行われ、且つその光磁気記録媒体の磁性層構成が簡単で、超解像の再生を行い得る記録再生方法を提供する。

【構成】 記録時に、光磁気記録媒体 10 に対し、カットオフ空間周波数以上の空間周波数成分を含む情報記録ビット 11 の記録をなし、再生時に、再生用光スポット 12 内に、情報記録ビット 11 を消失させる高温領域 13 を形成する再生用光パワーに選定し、再生用光スポット 12 内の高温領域 13 を除いた低温領域 14 における情報記録ビット 11 のみを磁気光学効果により再生する。



本発明 光磁気記録再生方法の一例の説明図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録時に、光磁気記録媒体に対し、カットオフ空間周波数以上の空間周波数成分を含む情報記録ビットの記録をなし、

再生時に、再生用光スポット内に、上記情報記録ビットを消失させる高温領域を形成する再生用光パワーに選定し、
上記再生用光スポット内の上記高温領域を除いた低温領域における情報記録ビットのみを磁気光学効果により再生することを特徴とする光磁気記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光磁気記録再生方式、特に例えば高密度記録がなされた光磁気記録媒体に対する超解像度再生を行う光磁気記録再生方式に係わる。

【0002】

【従来の技術】 レーザ光照射による局部的加熱によって情報記録ビット即ちバブル磁区を形成し、この記録情報を光磁気相互作用即ちカー効果或いはファラデー効果によって読み出す光磁気記録再生方法においては、その光磁気記録の記録密度を上げるには、その記録ビットの微小化をはかることになるが、この場合その再生時の解像度（分解能）が問題となって来る。この解像度は、再生時のレーザ波長、対物レンズの開口数NAによって決定されており、記録密度はいわゆるカットオフ空間周波数 $2NA/\lambda$ によって制限されている。

【0003】 通常一般の光磁気記録再生方式を図5を参照して説明する。図5Aは記録パターンの模式的上面図を示すもので、例えば両側が溝即ちグループ21によって挟まれたランド部22に斜線を付して示す記録ビット24が2値情報の“1”または“0”に応じて記録された光磁気記録媒体10例えば光磁気ディスクについて、その再生方法を説明する。

【0004】 いま読み出しレーザ光の光磁気記録媒体10上でのビームスポットが符号26で示す円形スポットである場合について見る。このとき、図5Aに示すように1つのビームスポット26内に1個の記録ビット24しか存在することができないようにビット間隔の選定がなされている場合は、図5B或いは図5Cに示すように、スポット6内に記録ビット24があるかないかの二態様をとることになる。したがって記録ビット24が等間隔に配列されている場合は、その出力波形は例えば図5Dに示すように、基準レベル0に対して正負に反転する例えば正弦波出力となる。

【0005】 とくが、図6Aに記録パターンの模式的上面図を示すように、記録ビット24が高密度に配列されている場合はビームスポット26内に複数の記録ビット24が入り込んでくる。いま例えば隣り合う3つの記録ビット24a、24b、24cについて見ると、図6B及び図6Cに示すように、1つのビームスポット26

に隣り合う記録ビット24aと24bが入り込んで来る場合と、24bと24cが入り込んで来る場合とで、再生出力に変化が生じないため、その再生出力波形は図6Dに示すように、例えば直線的になって、両者の識別ができない。

【0006】 このように、従来一般の光磁気記録再生方式では、光磁気記録媒体10上に記録された記録ビット24をそのままの状態を読み出すことから、高密度記録、即ち高密度記録ビットの形成が可能であったとしても、その再生時の解像度の制約から、 S/N (C/N) の問題が生じ、十分な高密度記録再生ができない。

【0007】 このような S/N (C/N) の問題を解決するには、再生時の解像度の改善をはかることが必要となるが、この解像度はレーザ波長、レンズの開口数等によって制約されるという問題がある。このような問題点の解決をはかるものとして、本出願人は先に超解像度（超分解能）光磁気記録再生方式（以下MSRという）の提案をした（例えば特開平3-88156号公報、特開平3-93058号公報、特開平3-97140号公報）。

【0008】 このMSRについて説明すると、このMSRでは、光磁気記録媒体と再生用ビームスポット26との相対的移動による温度分布を利用して光磁気記録媒体の記録ビット24を、再生時には、所定の温度領域においてのみ発生させるようにして結果的に再生の高解像度化をはかるものである。

【0009】 このMSR方式の例としては、いわゆる浮出し型の再生方式と、消滅型の再生方式とが考えられる。

【0010】 先ず浮出し型のMSR方式について図7を参照して説明する。図7Aは光磁気記録媒体10の記録パターンを示す模式的上面図で、図7Bはその磁化態様を示す模式的断面図である。この場合図7Aに示すように、レーザビームによるビームスポット26に対して光磁気記録媒体10が矢印Dで示す方向に相対的に移動するようになされている。この場合、例えば図7Bに示すように、少なくとも垂直磁化膜より成る再生層31と、記録層33とを有し、更に望ましくは両層31及び33間に介在される中間層32とを有して成る光磁気記録媒体10例えば光磁気ディスクが用いられる。図中実線矢印は、その磁気モーメントの向きを模式的に示したもので、図示の例では下向きが初期状態即ち2値の“0”または“1”で、これに図において上向きの磁化による磁区をもって2値の“1”または“0”として、少なくとも記録層33に情報記録ビット24が形成される。

【0011】 このような光磁気記録媒体10において、その再生態様を説明すると、先ず外部から初期化磁界H1を印加して、再生層31を図において下向きに磁化して初期化する。即ち、再生層31において、記録ビット24が消滅するが、このとき記録ビット24を有する部

分において、再生層31と記録層33との磁化の向きが中間層32に生じた磁壁によって逆向きに保持されるようになされているので、記録ビット24は、潜像記録ビット41として残る。

【0012】一方光磁気記録媒体10には初期化磁界H_iとは逆向きの再生磁界H_rを少なくともその再生部で与える。この状態で媒体10の移動に伴って初期化された潜像記録ビット41を有する領域がビームスポット26下に入り、ビームスポット26下の先端側において左側へと移行して来るとビーム照射時間が実質的に長くなることからスポット26の先端側に、破線aで囲んで示すように、実質的に高温領域34が生じ、この領域34では中間層32の磁壁が消滅し、その交換力で記録層33の磁化が再生層31に転写され、記録層33に存在していた潜像記録ビット41が再生層33に再生し得る記録ビット24として浮き出される。

【0013】従ってこの再生層31における磁化の向きによるカー効果或いはファラデー効果によるビームスポット26の偏光面の回転を検出すれば、この記録ビット24を読み出すことができる。そしてこのときビームスポット26内の高温領域34以外の低温領域36においては、潜像記録ビット41が再生層31に浮き出されず、結局幅狭の高温領域34においてのみ読み出し可能な記録ビット24が存在することになって、結果的にビームスポット26内に複数の記録ビット24が入り込む場合においても、即ち高密度記録の光磁気記録媒体10においても単一の記録ビット24のみを読み出すことができ、高解像度再生を行うことができる。

【0014】次に消滅型のMSRについて図8を参照して説明する。図8Aは光磁気記録媒体10の記録パターンを示す模式的上面図で、図8Bはその磁化態様を示す模式的断面図である。図8A及びBにおいて、図7A及び図7Bに対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。この場合においては初期化磁界H_iを必要としないものである。

【0015】この場合、高温領域34において中間層32のキュリー点以上になるように、例えばレーザービームパワーや中間層32の材料を選定する。これによって、レーザービームスポット26内の高温領域34においては外部から印加する再生磁界H_rによって図において下向きに磁化が揃えられ、再生層31における記録ビット24が消滅するようにする。一方この中間層32の磁化が消滅した状態においても、記録層33においては記録ビット24が潜像記録ビット41として残存するようにこの記録層33の保磁力等の諸条件を設定する。

【0016】一方低温領域34内では、再生層31に、記録層33の磁化即ち記録ビット24が転写されて再生可能な状態で保持されるようになされる。つまり、この消滅型MSR方式では、ビームスポット26の低温領域36内の記録ビットについての再生を行うことができる

ようにして解像度の向上をはかる。

【0017】上述の浮出し型及び消滅型のMSR方式によれば、その再生レーザービームスポットの一部の領域における記録ビットを再生するようにしたので、再生時の解像度の向上がはかられる。

【0018】しかしながら、上述したようにこれらMSR方式においては、光磁気記録媒体の磁性層を多層構造とする必要があり、その構造が複雑であり、また材料選定の自由度が低いという不都合が生じる恐れがある。

【0019】一方、通常一般の光磁気記録媒体では、記録情報の再生を行っただけでは記録内容は消去されずにそのまま残っているため、その再生が1回のみ必要で、その後は機密保持などの目的で、この記録内容を消去してしまいたい場合においては、特別の消磁器を用いるとか、記録トラックを消去して行くなどの手間を要する。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、特に1回の再生のみを必要とするものの、この1回の再生後には、記録情報を消去する必要がある場合に用いる光磁気記録媒体において、上述したMSR方式におけるように光磁気記録媒体の磁性層を複雑な構造とすることなく、簡単な磁性層構造を採って超解像度の再生を行うことのできる記録再生方法を提供する。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明光磁気記録再生方法の一例の略線的説明図を図1に示す。本発明は、図1に示すように、記録時に、光磁気記録媒体10に対し、カットオフ空間周波数以上の空間周波数成分を含む情報記録ビット11の記録をなし、再生時に、再生用光スポット12内に、情報記録ビット11を消失させる高温領域13を形成する再生用光パワーに選定し、再生用光スポット12内の高温領域13を除いた低温領域14における情報記録ビット11のみを磁気光学効果により再生する。

【0022】

【作用】本発明光磁気記録再生方法は、再生用光スポット12内に生じる光磁気記録媒体10上の温度分布を利用するものである。図1Aにおいて10はカットオフ空間周波数以上の空間周波数成分を含む情報記録ビット11(11A、11B……)が記録された光磁気記録媒体で、この光磁気記録媒体10が図1Aにおいて矢印aで示す進行方向に移行すると、再生用光スポット12に入り込む直前から、レーザービーム照射によって温度が上昇し、熱伝導の関係により、照射強度の最も強い再生用光スポット12の中心よりやや前方の領域が最高温度となるような温度分布が生じる。

【0023】図1Bに、図1AにおけるC-C線上の略線的拡大断面図を示す。実線矢印hは光磁気記録媒体10内の磁気モーメントを模式的に示したもので、上述のスポット12の照射による温度分布を実線tで示し、再

生用光スポット12の光強度分布を実線sで示す。このとき、光磁気記録媒体10のスポット12に対する相対的移行速度や、再生用光パワー等を適切に選定することによって、スポット12内に、所定温度以上の高温領域13と、所定温度未満の低温領域14とを生じさせ、更にスポット12内の複数の情報記録ビットのうち1つのみが低温領域13内に存在するように、各領域13及び14の占める範囲を選定することができる。

【0024】そして特に本発明方法においては、再生時に、このスポット12内に生じる高温領域13において情報記録ビット11Bが消失するように再生用光パワーを選定することから、この高温領域13をマスクとして、スポット12内の複数の情報記録ビットのうち低温領域14内の1つの情報記録ビット11Aのみを磁気光学効果によって再生することができる。

【0025】またこのように高温領域13内において情報ビットが磁化消失されるので、いわば再生直後に自動的に光磁気記録媒体10の初期化が行われることとなる。つまり、1回の再生のみがなされ、その後は特別の消去動作を必要とせずに記録内容が消失されるものである。

【0026】

【実施例】以下図1～図4を参照して本発明光磁気記録再生方法の各例について説明する。この例では、各例共に、図2に本発明方法を実施する記録再生装置の一例の構成図を示すように、光磁気記録媒体10の所定位置に例えば集光レンズ16によってレーザビームを照射させると共に、その反射光を読み出して記録再生を行うものである。この例では、光磁気記録媒体10に対し、記録時またはある場合には再生時に磁界発生手段9によって外部磁界Hexが印加されるようになされている。

【0027】光磁気記録媒体10は例えばポリカーボネイト等より成る光透過性の基板1上に、SiN等より成り厚さ例えば1100Åの誘電体層2、TbFeCo等より成り厚さ例えば300Åの磁性層3、SiN等より成り厚さ例えば450Åの誘電体層4、更にAl等より成り厚さ例えば700Åの熱制御層5とが順次スパッタリング等により被着形成されて成る。

【0028】このような装置構成において、まず光磁気記録媒体10に対してカットオフ空間周波数以上の周波数成分をもつ高密度記録を行う。

【0029】この光磁気記録媒体10に対する再生方法について図1を参照して説明する。図1においては、情報記録ビットを消失させるために、高温領域13において磁化が消失するキュリー温度以上に昇温させる場合である。上述したように光磁気記録媒体10の記録トラック8上には高密度の記録がなされ、再生用光スポット12内に例えば2つの情報記録ビット11A及び11Bが入るようになされている。

【0030】このとき、再生用光の照射によって、光磁

気記録媒体10が矢印aで示す進行方向に移行すると、前述したように、再生用光の照射によって温度が上昇し、熱伝導の関係によって、再生用光スポット12の中心よりやや前方の領域が最高温度となるような温度分布が生じる。

【0031】そしてこの場合、図1Bにおいて実線tで示すように、この昇温によってスポット12の一部を含むある領域が、磁性層3のキュリー温度 T_c 以上となるように、即ち磁化が消失する磁化消失領域15となるように再生用光パワーを選定する。即ちスポット12内には、磁化消失領域15の一部であり、磁性層3がキュリー温度以上となる高温領域13と、キュリー温度未満の低温領域14とを生じさせる。そして更にこの低温領域14内の記録トラック8上には、1つの情報記録ビット11Aのみが存在し、高温領域13内には、低温領域14を通過したビット11Bのみが入り込むように、例えば光磁気記録媒体10の移行速度、或いは磁性層3や熱制御層5の材料、厚さ等を適切に選定する。

【0032】このように、スポット12内の複数の情報記録ビットのうち、情報記録ビット11Bをキュリー温度以上となる高温領域13に入り込ませることによって、磁化を消失させて即ちマスクさせることができるため、1つの情報記録ビット11Aのみを磁気光学効果によって読み出すことができ、簡単な光磁気記録媒体構成をもって超解像度の再生を行うことができる。

【0033】また、再生後には、この読み出した情報記録ビット11Aが光磁気記録媒体10の移行によって高温領域13に入り込むため、再生直後に自動的に記録消去が行われることとなり、何らの特別の手段を設けることなく初期化を行うことができ、再生後に記録情報を消去する必要がある場合において、記録再生装置の簡略化をはかることができる。

【0034】次に、図3A及びBを参照して本発明光磁気記録再生方法の他の例を説明する。図3A及びBにおいて、図1A及びBに対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。この例においては、高温領域13内の光磁気記録媒体10が、外部磁界の方向に磁化の向きが揃ういわゆる磁化反転温度以上となり、且つキュリー温度未満となるように温度を設定するもので、再生時には図2において示した磁界発生手段9によって外部磁界Hexを印加するようになす。

【0035】この場合においても、再生用光スポット12内には2つの情報記録ビット11A及び11Bが存在する場合で、図3Bに実線tで示すように、光磁気記録媒体10が再生用光の照射によって徐々に温度上昇し、ある範囲で上述したように外部磁界Hexの向きに磁化が揃う磁化反転温度 T_r 以上となるように、また最高温度がキュリー温度以上とならないように再生用光のパワーを選定する。このとき、磁化反転温度 T_r 以上の磁化反転領域16においては、磁化は外部磁界Hexの向きに揃

えられる。

【0036】そしてこの場合、再生用光スポット12内においては、磁化反転温度 T_r 未満の低温領域14内には1つの情報記録ビット11Aのみが存在し、磁化反転領域16に含まれる高温領域13内には他の情報記録ビット11Bが入り込むように、光磁気記録媒体10の移行速度、磁性層3の材料等を選定する。

【0037】このような構成とすることによって、再生用光スポット12内の情報記録ビット11Bは、その情報によらずに常に外部磁界 H_{ex} と同じ向きの磁化に揃えられ、情報記録ビット11Aの情報に対応する磁化の向きに応じて磁気光学効果の変化が得られることとなり、つまりこの情報記録ビット11Aのみを読み出すことができ、超解像度の再生を行うことができる。

【0038】またこの場合においても、読み出した情報記録ビット11Aは、光磁気記録媒体10の移行に従って高温領域13内に入り込み、ここにおいて外部磁界 H_{ex} に磁化の向きが揃えられることとなり、従って、再生後には自動的に情報記録ビット11が消去される。このため、再生後に機密保持等のために記録情報を消去する必要がある場合において、何らの消去手段を設ける必要がなく、記録再生装置の簡略化をはかることができる。

【0039】次に、図4A及びBを参照して本発明光磁気記録再生方法の他の例を説明する。図4A及びBにおいて、図1A及びBに対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【0040】この場合、図3において説明した例と同様に、高温領域13の光磁気記録媒体10が磁化反転温度以上となるようにするものであるが、特にその最高温度が磁性層3のキュリー温度以上となって、磁化反転領域16中の一部に磁化消失領域15が形成される場合を示す。このように、磁化反転領域16の中にキュリー温度以上となって磁化が消失する磁化消失領域15が存在する場合においても、上述の図3において説明した例と同様に、この磁化消失領域15と磁化反転領域16の一部に重なるスポット12内の高温領域13において、情報記録ビット11Bの磁化が外部磁界 H_{ex} に揃えられるか或いは磁化消失し、低温領域14内の情報記録ビット11Aに対してマスクされることとなる。従って、この場合においてもスポット12内の複数の情報記録ビットのうち、1つの情報記録ビット11Aのみの再生を行うことができ、超解像で高密度再生を行うことができる。

【0041】またこの場合においても、情報記録ビット11Aは磁化反転領域16を通過することによって、図3において説明した例と同様に、外部磁界 H_{ex} と同方向に磁化が揃えられて初期化されることとなる。従って、上述の例と同様に、1回のみの再生を行った後に記録情報を消去する必要がある場合において、記録再生装置の簡略化をはかることができる。

【0042】上述の図3A及びBで説明した例におい

て、再生用光パワーを変えて再生出力を測定した。先ず、図2において説明した構成の光磁気記録媒体10に対して、線速 7 m/s 、 10 MHz （記録波長 $0.7\text{ }\mu\text{ m}$ 、マーク長 $0.35\text{ }\mu\text{ m}$ ）の高密度記録を行った。

【0043】これに対し、再生用光パワーを 1.5 mW として再生したところ、再生出力は得られなかった。これは、カットオフ周波数の逆数であるカットオフ記録波長 λ_c が、 $\lambda_c = 780\text{ nm}$ 、開口数 NA が 0.53 であり、カットオフ空間周波数 $\lambda/2NA = 0.74\text{ }\mu\text{ m}$ であることから、これより短い $0.7\text{ }\mu\text{ m}$ 波長の記録を再生することができないことに因る。

【0044】次に、再生用光パワーを 3.0 mW に上げて、磁界発生手段9により外部磁界 H_{ex} を 300 Oe を印加しながら再生したところ、 $C/N = 35\text{ dB}$ の再生出力を得た。

【0045】この再生動作後に、上述の条件と同一の方法で再生を行ったところ、再生出力は得られなかった。これは、前述の図3において説明したように、情報ビットが外部磁界によって磁化が揃えられて初期化されたことに因る。

【0046】つまりこの場合、再生磁界を印加し、また実質的にその再生用光のパワーを従来方法に比して大とすることによって、簡単な磁性層構成の光磁気記録媒体に対して超解像の記録再生を行うことができると共に、その再生動作を一回限りとして、特に再生後に記録情報を消去する必要がある場合において、何らの消去手段を設けることなく記録の消去を行うことができ、装置の簡略化をはかることができる。

【0047】尚、本発明方法は上述の実施例に限ることなく、例えば図3及び図4において説明した例において、外部磁界 H_{ex} の向きを逆向きとする等、その他種々の装置構成、再生方法を探ることができる。

【0048】

【発明の効果】上述したように、本発明光磁気記録再生方法によれば、特に1回の再生のみを必要とするものの、その後機密保持等のためにこの記録内容を消去する必要がある場合において、特別の消磁器を用いるとか、記録トラックを消去して行くなどの手間をとることなく、再生後に自動的に記録情報が消去されるため、記録再生装置の簡略化をはかることができる。

【0049】更に、カットオフ空間周波数以上の超解像の記録再生を行うことができ、しかもその光磁気記録媒体の磁性層を、従来のMSR方式等の記録再生方法に用いる光磁気記録媒体に比して格段に簡単な構成を探ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明光磁気記録再生方法の一例の説明図である。

【図2】本発明光磁気記録再生方法を実施する装置の一例の構成図である。

【図3】本発明光磁気記録再生方法の一例の説明図である。

【図4】本発明光磁気記録再生方法の一例の説明図である。

【図5】従来の光磁気記録再生を示す図である。

【図6】従来の光磁気記録再生を示す図である。

【図7】浮出し型MSRの説明図である。

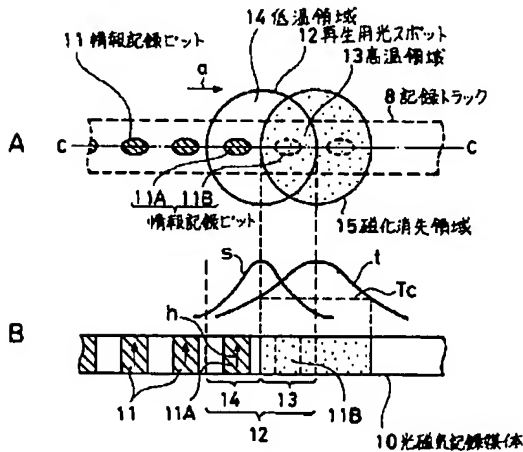
【図8】消滅型MSRの説明図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 誘電体層
- 3 磁性層

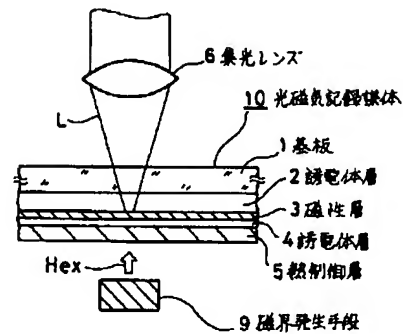
- 4 誘電体層
- 5 熱制御層
- 8 記録ビット
- 9 磁界発生手段
- 10 光磁気記録媒体
- 11 情報記録ビット
- 12 再生用光スポット
- 13 高温領域
- 14 低温領域
- 15 磁化消失領域
- 16 磁化反転領域

【図1】



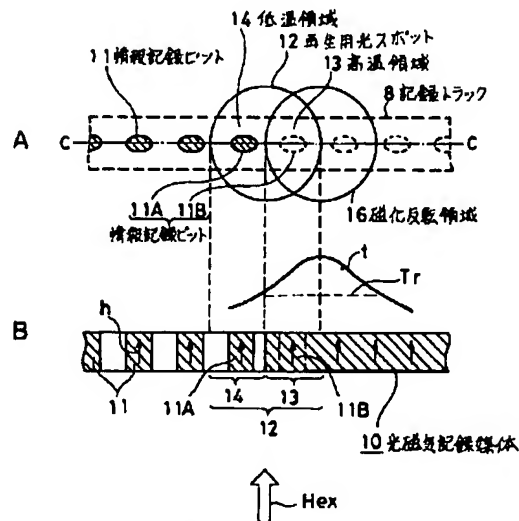
本発明 光磁気記録再生方法の一例の説明図

【図2】



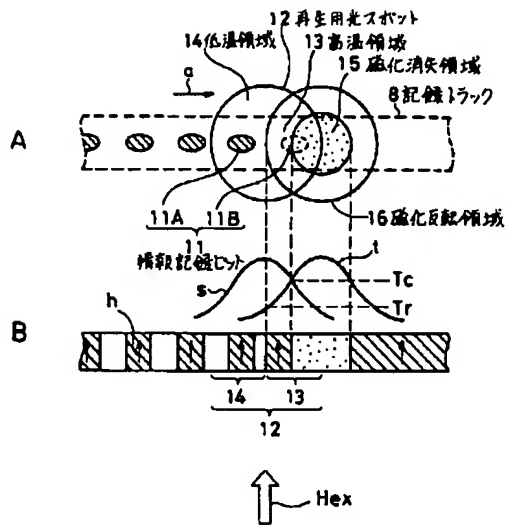
本発明 光磁気記録再生方法を
実施する装置の一例の構成図

【図3】



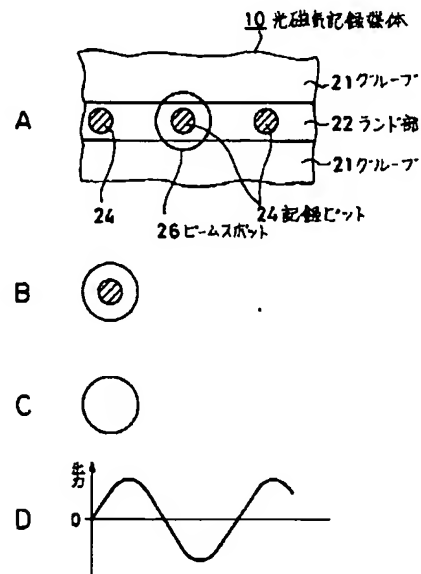
本発明 光磁気記録再生方法の他の例の説明図

【図4】



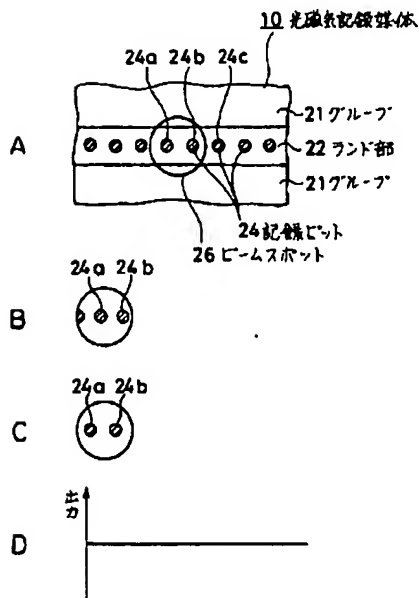
本発明 光磁気記録再生方法の他の例の説明図

【図5】



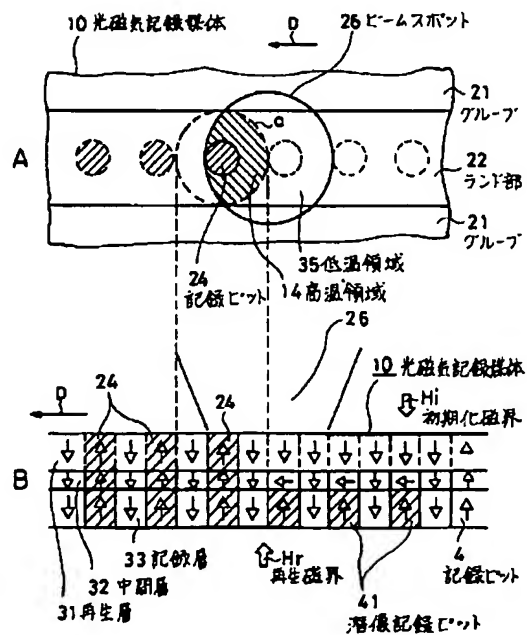
従来の光磁気記録再生を示す図

【図6】



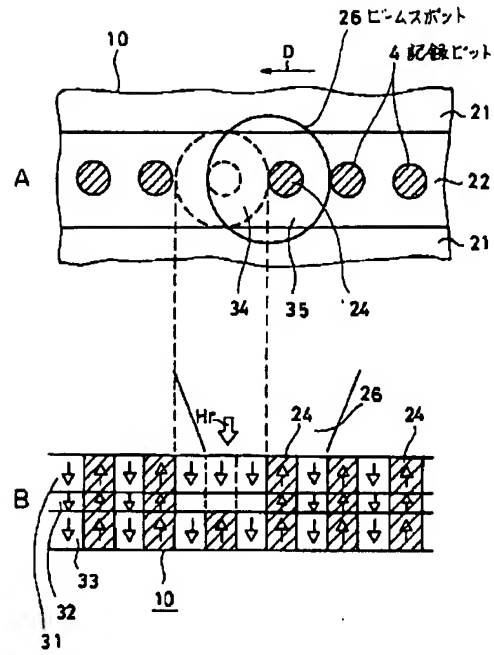
従来の光磁気記録再生を示す図

【図7】



浮出し型MSRの説明図

【図8】



消滅型 MSR の説明図